様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 23 年 5 月 11 日現在

機関番号：２１２０１
研究種目：若手研究（Ｂ）
研究期間：2009～2010
課題番号：２１７０００８５
研究課題名（和文）
利用者環境に適合する高機能多地点双方向中継ネットワーク基盤技術の研究開発
研究課題名（英文）
Research and development for basic technology of multipoint bidirectional relay system adapted to users' communication environments
研究代表者
橋本 浩二（HASHIMOTO KOJI）
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授
研究者番号：８０３０５３０９

研究成果の概要（和文）：
利用者の通信環境に適した映像・音声による双方向通信機能を，コンピュータネットワーク上で負荷分散しながら利用者へ提供することにより，多地点双方向通信用中継ネットワークのスケーラビリティと利便性を向上させた．超高速ネットワークや構内 LAN での利用に加えて，インターネットの末端からでも容易に利用可能な柔軟性と機能性を兼ね備えた分散システムを実現し，様々な映像・音声通信サービスを支える基盤技術を開発した．

研究成果の概要（英文）：
The developed system in this project has implemented required functions that a multipoint bidirectional relay system becomes more scalable and convenience. The system can offer multipoint video communication functions to users by using shared terminals in inter-connected computer networks, which is a basic technology suite to support various kinds of audio-video communication services.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
総　計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域
科研費の分科・細目：情報学、計算機システム・ネットワーク
キーワード：多地点双方向中継，映像通話，分散システム

１．研究開始当初の背景

コンピュータの処理速度向上とネットワークのブロードバンド化および映像・音声(オーディオ・ビデオ)圧縮技術の進歩により，日常的に利用するコンピュータを用いたオーディオ・ビデオ中継も可能となった．しかし，コンピュータの処理能力と利用可能なネットワーク帯域幅は利用者の通信環境によって異なるので，利用可能なオーディオ・ビデオデータの表現形式(フォーマット)も一意には決められない．適切なフォーマットによる双方向中継を容易に実現するためには，利用者環境に応じて各種のオーディオ・ビデオデータ処理を，ネットワーク上の適切な通信システムが自動的に実行する高機能化が望まれる．

一方，遠隔会議や講義，遠隔医療，またはオンラインリサイタルなどでは，用途ごとに要求されるオーディオ・ビデオデータの品質が異なる．例えば，遠隔医療では非常に高精細なビデオと通常品質の TV 会議機能が要求され，オンラインリサイタルでは通常品質の映像と非常に高品質なオーディオが要求される．既存の TV 会議システムの多くは，通常品質のビデオと音声伝送を目的として開発されているので，用途ごとに異なる品質要求を満たすことは困難である．用途ごとに異なる様々な品質要求を満たすためには，高品

質なオーディオ・ビデオフォーマットを通信システムがサポートする一方，必要に応じてオーディオ・ビデオストリームの統合/分配やフォーマット変換を行う機能(トランスコーディング機能)が必要となる．

もし，通信環境が固定ならば，トランスコーディング機能を実装した装置をあらかじめネットワーク上に配置して利用することも可能である．しかし，必要となるトランスコーディング機能と適切な配置箇所は時と場合によって異なる．従ってアドホックな遠隔通信イベントや利用者端末の多様性を考慮すると，トランスコーディング機能を常に利用できるとは限らない．逆に，利用者の通信環境に応じて要求されるトランスコーディング機能を，ネットワーク上の適切な端末で動的に利用する仕組みがあれば，それは利用者環境へ適合する高機能な双方向中継ネットワークを実現する手段の１つと成り得る．さらに，十数拠点～数十拠点規模の多地点双方向通信を実現するためには，様々なトランスコーディング処理を負荷分散しながら実行する機能も必要となる．

本研究では，既存の TV 会議システムなど多地点双方向通信システムで従来から利用されている高価な接続装置の機能を分散システムとしてネットワーク上に機能拡張し，双方向中継ネットワークのスケーラビリティと利便性を向上させる．日常的な遠隔会議での利用から，数十拠点を接続した双方向通信イベントまでをも考慮した分散システムを実現し，様々なオーディオ・ビデオ通信サービスを支える次世代の双方向中継ネットワーク基盤技術を確立する．

２．研究の目的

DV，HDV など高品位な映像伝送を実現している通信システムは存在するが，DV は単方向で約 28.8Mbps， HDV(720p)は約 20Mbps，HDV(1080i)は約 26Mbps の帯域を必要とするので，これらのシステムを利用するためには広帯域なネットワークの整備が欠かせない．一方，多地点 TV 会議に利用できる通信システムには比較的狭帯域な IP ネットワーク上でも通信可能であるものが存在するが，一般に拠点数の増加に応じて MCU(Multipoint Control Unit)は非常に高価なものとなるので，MCU を利用するシステムの同時接続拠点数に対するコストパフォーマンスは高くない．他方において，IP マルチキャスト機能を利用して全拠点がそれぞれ他拠点からのストリームを直接受信する仕組みを利用したシステムも存在する．しかしながらインターネットの末端や構内ネットワークの運用方針によっては，IP マルチキャスト機能を利用できない環境も多く，結果として IP マルチキャスト機能による多地点相互通信を誰もが容易に実施することは困難である．

DV/HDV などの高品位な映像伝送システムを利用するためには非常に広帯域なネットワークが必要であり，現実的には誰もがいつでも利用できるものではない．一方，容易に利用できる世界規模の多地点双方向通信システム実現には，集中型のシステムではなく，分散型システムが有効であると考えられる．しかし，オーディオのみならずビデオを利用して多地点間通信を行う場合は，空間的な表示/配置位置や合成処理など多くのビデオストリーム処理機能が実質的に必要となる．つまり，遠隔地間のコミュニケーション手段のスケーラビリティと利便性を向上させるためには，既存システムでは実現されていない下記①,②の機能が必要であり，その実現が本研究の目的となる．

① 利用者の通信環境と通信用途に応じて適切なオーディオ・ビデオフォーマットを自動的に選択利用する機能．

② 通信端点同士の接続とオーディオ・ビデオストリームの中継処理に加えて，トランスコーディング処理をネットワーク上の適切な端末で自動的に分散処理する機能．

３．研究の方法

本研究では，これまでに研究代表者が開発した MidField System を要素技術とした新しい分散システムを実現した．MidField System はオーディオ・ビデオ通信に必要となる基本的な機能を実現しており，その研究開発は，科学研究費補助金(課題番号:15700066，平成 15-16 年度)および総務省の戦略的情報通信研究開発推進制度(整理番号: 032102002，平成 15-17 年度)の支援を受けて実施された．

MidField System のオーディオ・ビデオ通信機能を活用し，ネットワーク上に分散する複数の共用端末を有機的に組み合わせる仕組みを実現するにあたり，まず，利用者の環境や通信用途に応じてトランスコーディング処理を適切な端末で実行する仕組みと，複数の利用者端末間でオーディオ・ビデオストリームを双方向中継するための基本機能を実現した．これにより，双方向中継ネットワークの利便性を向上させた．次に，双方向中継ネットワークのスケーラビリティ向上と高機能化を目的とし，トランスコーディング処理を共用端末間で協調動作させるための通信プロトコルを研究開発した．

４．研究成果

2009 年度は，利用者の環境や通信用途に応じて必要となる処理(トランスコーディング処理)を適切な端末で実行する仕組みと，複数の利用者端末間でオーディオ・ビデオストリームを双方向中継するための基本機能を実現した．トランスコーディング処理の負荷

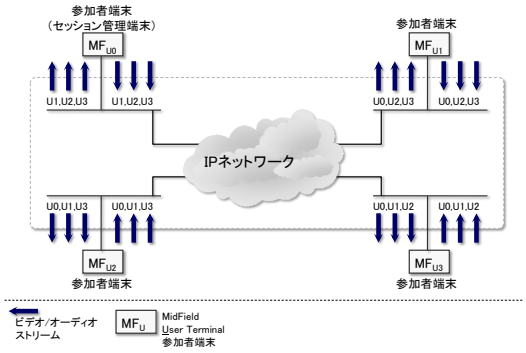
分散実現に向けたCPU利用率計測・負荷状態特定機能を開発し，次にトランスコーディング処理を実行する際，端末の性能や利用状況および稼動中の端末数を考慮して，その処理が可能かどうかを判断するためのアドミッションテスト機能を開発した．そして，多地点双方向中継のための，送信元から複数の宛先への通信パス管理機能を開発した．また，これらの機能を利用するために必要となるメッセージ通信プロトコルを開発した．

2010 年度は，2009 年度に開発したシステムの拡張性と利便性を向上させるための機能を開発した．システムの拡張性に関しては，利用者が用いる端末をグループ化し，そのグループ単位でオーディオ・ビデオデータ処理を行うためのメッセージプロトコルを設計する一方，適切な端末でオーディオ・ビデオデータ処理を実現するための端末選択アルゴリズムを考案した．これらの機能により，多地点間で双方向の映像通信を実施する際，利用可能な端末の性能とネットワークの帯域に応じて，負荷の高い映像合成処理を適切な端末で行うことが可能となった．また利便性に関しては，多地点間双方向通信を実施し易くするためにユーザーインターフェースを設計・実装し，実際の利用を通して改良を続けた．

以下，本研究開発を通して実現可能となった多地点双方向映像通信（映像通話）の概要をまとめる．

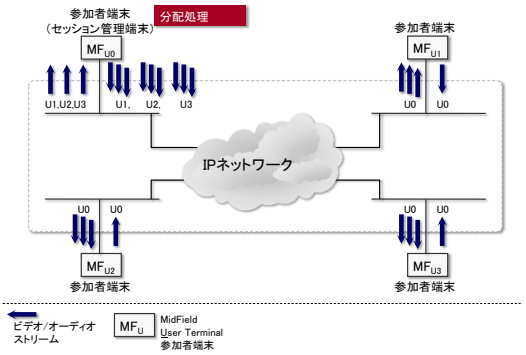
(1) 非集中型の映像通話

映像通話に参加する各参加者の端末(参加者端末)が他の参加者端末と直接ビデオ/オーディオストリームの送受信を行う通信形態の映像通話．他の通信形態と比較してもっとも遅延が少ない双方向通信が可能である一方，利用するビデオ/オーディオフォーマットによっては多くのCPUとネットワーク資源を必要とする．



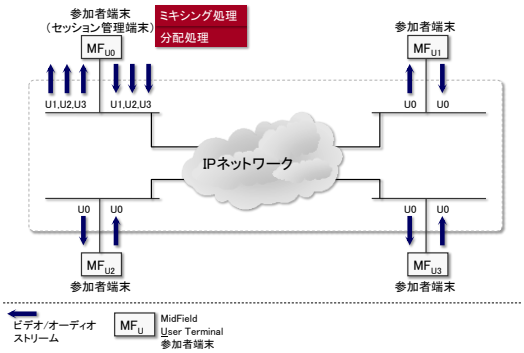
(2) 集中型（分配）の映像通話

各参加者端末が送信するビデオ/オーディオストリームを，セッション管理端末が受信し，全ての参加者端末へ分配する通信形態の映像通話．非集中型と比べて各参加者端末の送信に必要な負荷は低くなる一方，分配処理を行うセッション管理端末の負荷は高くなる．



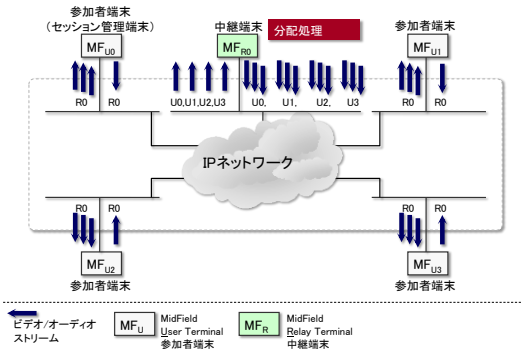
(3) 集中型（ミキシング・分配）の映像通話

各参加者端末が送信するビデオ/オーディオストリームを，セッション管理端末が受信し，ミキシングした後に全ての参加者端末へ分配する通信形態の映像通話．各参加者端末の送受信に必要な負荷は低くなる一方，セッション管理端末の負荷は集中型（分配）よりも高くなる．



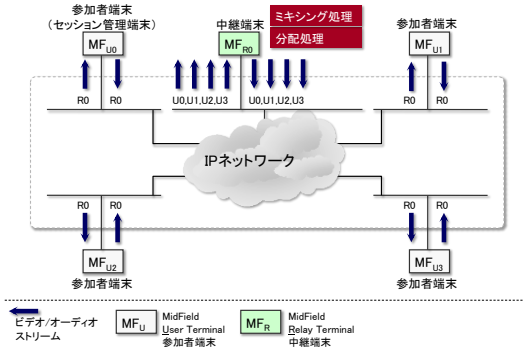
(4) 機能分散型（分配）の映像通話

各参加者端末が送信するビデオ/オーディオストリームを中継端末が受信し，全ての参加者端末へ分配する通信形態の映像通話．集中型（分配）における分配処理を，セッション管理端末とは異なる中継端末上で行う．これにより，集中型（分配）の映像通話におけるセッション管理端末の負荷を軽減することが可能となる．



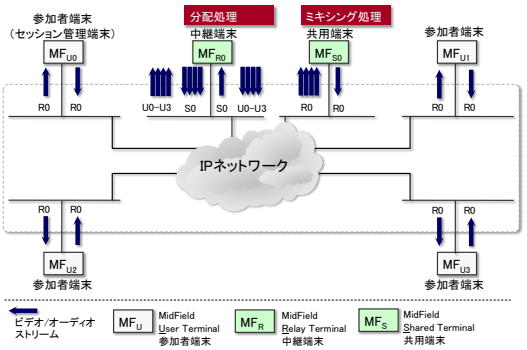
(5) 機能分散型（ミキシング・分配）の映像通話

各参加者端末が送信するビデオ/オーディオストリームを中継端末が受信し，ミキシングした後に全ての参加者端末へ分配する通信形態の映像通話．集中型（ミキシング・分配）におけるミキシングと分配処理を，セッション管理端末とは異なる中継端末上で行うことによって，セッション管理端末の負荷を軽減することが可能となる．



(6) 共用端末を利用した機能分散型（ミキシング・分配）の映像通話

機能分散型（ミキシング・分配）におけるミキシングと分配処理を，共用端末と中継端末で分散処理する通信形態の映像通話．



本研究開発を通して，ミキシング処理を担当可能な共用端末が複数台存在する場合は，共用端末の CPU 負荷に応じてミキシング処理を自動的に割り振ることが可能となった．

分配処理およびミキシング処理は，利用可能な任意の端末上で行わせることが可能であるため，比較的性能の高い参加者端末を選んでその端末上で処理させることもできる．映像通話に必要となる処理の柔軟な負荷分散機能を実現したことにより，利用可能な端末に応じたスケーラビリティを得ることが見込める．

開発したシステムは映像配信や TV 会議を実施する際に利用可能であり，海外の大学に向けて行われる遠隔教育のプロジェクトや，企業内におけるミーティングで活用されるに至っている．研究代表者自身も開発システムを用いて遠隔会議を実施している．本研究開発を通して，利用者の通信環境に適したオーディオ・ビデオデータ通信形態による双方向通信を可能とする柔軟な機能の実現に成功したと考えている．また，開発したシステムは，自由に利用可能なフリープログラムとしてインターネット上で公開されている．

本研究の学術的な特色は，連続的に流れるライブデータ処理に必要となる機能を分散化し，処理結果を誰もが容易に得られる仕組みを明確化することにある．その具体例として，多地点双方向オーディオ・ビデオ中継機能を実現した．本システムは遠隔講義や会議に加えて，高精細なビデオを必要とする遠隔医療，高品質なオーディオを必要とするオンラインリサイタルなど多様な双方向中継を支援するものである．利用者環境に適合する高機能な多地点双方向中継ネットワークの基盤技術およびその応用システムとして，今後も様々な用途に対して実践的に活用されるものと考える．

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 1 件）

[1] Hashimoto, K. and Shibata, Y. (2010) "MidField system: configuration of media processing modules for multipoint communication", World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 7, Nos. 1/2, pp.33-50. （査読有）

〔学会発表〕（計 4 件）

[1] 河野康裕，橋本浩二，柴田義孝，"環境適合型高品位ライブ映像中継システムの実装と評価"，情報処理学会 マルチメディア通信と分散処理(DPS)研究会，Vol.2011-DPS-146 No.17，2011 年 3 月 10 日，関西大学（大阪府）．

[2] Yasuhiro Kawano, Koji Hashimoto and Yoshitaka Shibata, "Design of a Cooperative Video Streaming System on Community based Resource Sharing Networks", Int. Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS2010) in Conjunction with Int. Conf. on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (3PGCIC), W-SMDMS-S1, pp.483-488, Nov.5, 2010, 福岡工業大学（福岡県）．

[3] 河野康裕，橋本浩二，柴田 義孝，"環境適合型高品位ライブ映像中継システムの設計"，情報処理学会 マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2010）シンポジウム，1B-1，pp. 31-37，2010 年 7 月 7 日，下呂温泉水明館（岐阜県）．

[4] 河野康裕，橋本浩二，柴田義孝，"利用者の通信環境に適合する分散協調型ラ

イブ中継システムの提案″, 情報処理学会 第 142 回マルチメディア通信と分散処理(DPS)研究会, Vol.2010-DPS-142 No.23, 2010 年 3 月 4 日, 東北大学電気通信研究所 (仙台).
〔図書〕(計 1 件)
[1] Hashimoto, K. and Shibata, Y., ″MidField: An Adaptive Middleware System for Multipoint Digital Video Communication″, Digital Video, Edited by: Floriano De Rango, Publisher: INTECH, ISBN 978-953-7619-70-1, pp.263-284, Feb. 2010. (http://sciyo.com/books/show/title/digital-video)
〔産業財産権〕
○出願状況 (計 0 件)
○取得状況 (計 0 件)
〔その他〕
開発したシステムの取扱説明書とインストーラ等を掲載しているホームページの URL:
http://www.sb.soft.iwate-pu.ac.jp/~hashi/MidField-System/

６．研究組織
(1)研究代表者
橋本 浩二 (HASHIMOTO KOJI)
岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・准教授
研究者番号：80305309

(2)研究分担者
( )
研究者番号：

(3)連携研究者
( )
研究者番号：